



Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.



Octubre, 2018

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto
“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Octubre, 2018

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2018	Roy Quintero DIPROCA-AA-031- 2013/ Act. 2017	Vilka Szobotka DIPROCA-AA-017- 2010/ Act. 2017	Ceferino Villamil

Índice

2.7.1. Introducción.....	4
2.7.2. Objetivo general	5
2.7.3. Objetivos específicos.....	5
2.7.4. Aspecto Metodológico	5
2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición.....	6
2.7.6. Resultados.....	9
2.7.7 Conclusiones.....	28
2.7.8. Recomendaciones	29
2.7.9. Bibliografía	29
Anexos	31
Anexo 2.7.1. Data generada por el equipo durante las mediciones	32
Anexo 2.7.2. Certificado de calibración del equipo	38
Anexo 2.7.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá.....	46
Anexo 2.7.4.Cadenas de Custodia	50

2.7.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios¹ (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

¹ Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI²-COPANIT³ 45-2000⁴, establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe contempla el análisis de los resultados obtenidos en los monitoreos de vibraciones, realizados a maquinarias que utilizan los trabajadores en las diferentes áreas del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

2.7.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el desarrollo de sus actividades.

2.7.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.7.4. Aspecto Metodológico

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

² DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

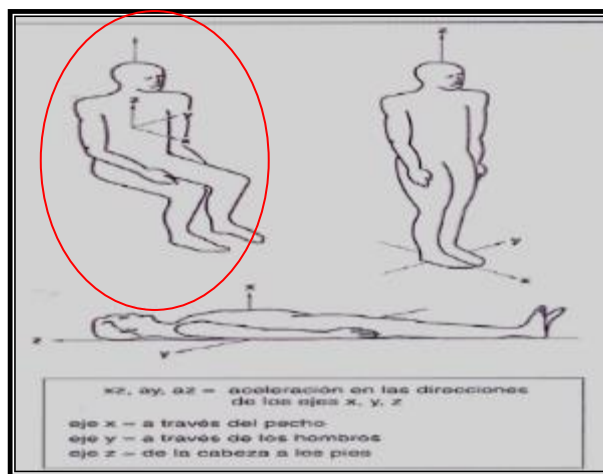
³ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

⁴ Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron realizadas del 8 al 11 de octubre del 2018; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las diferentes maquinarias que se utilizan dentro del Proyecto, con el propósito de medir las vibraciones percibidas por los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los trabajadores expuestos y se utilizó el filtro W_k , el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.7.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.7.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.7.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.7.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y los datos generales de las mediciones.

Tabla 2.7.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Serie	20152
Calibración	30 de julio de 2018
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.7.3).
Día de la medición	8 al 11 de octubre de 2018
Tiempo de Medición	15 minutos/dirección espacial X, Y y Z (por cada punto)
Nombre de los técnicos	Jorge Ortega y Ángel Credidio

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2018. Nota: En el anexo 2.7.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

En la tabla 2.7.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto.

Tabla 2.7.2. Datos de las mediciones de Vibraciones en el Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo	Nº de Identificación
Área 31	8 de octubre de 2018 2:28 p.m.	Miguel Castillo	994579 N/ 533890 E	Excavadora hidráulica	-
Presa Norte de la IMR - Punto 1	9 de octubre de 2018 10:25 a.m.	César Bustamante	983215 N/ 537841 E	Excavadora hidráulica	EX111
Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma) – Punto 1	10 de octubre de 2018 8:07 a.m.	Gilberto Cedeño	982418 N/ 537410 E	Excavadora hidráulica	EX052

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo	N° de Identificación
Presa Norte de la IMR – Punto 2	10 de octubre de 2018 10:25 a.m.	Abdiel Morales	983218 N/ 537905 E	Tractor de cadenas	DZ101
Presa Norte de la IMR – Punto 3	10 de octubre de 2018 1:39 p.m.	Isaías Espinosa	983203 N/ 537883 E	Excavadora hidráulica	EX046
Presa Norte de la IMR – Punto 4	10 de octubre de 2018 2:41 p.m.	Abel Moreno	983190 N/ 537780 E	Excavadora hidráulica	EX110
Plataforma de Trituración TMF – Punto 2	10 de octubre de 2018 4:06 p.m.	Héctor Duarte	982628 N/ 537449 E	Tractor de cadenas	DZ020
Pre - Stripping del tajo Botija	10 de octubre de 2018 10:06 p.m.	Elvin Hernández	976278 N/ 537408 E	Cargador Frontal	WL002
Presa Este de la IMR	11 de octubre de 2018 8:39 a.m.	Diomedes Salazar	980386 N/ 538851 E	Excavadora hidráulica	EX142
Taller de Mecánica TMF	11 de octubre de 2018 3:41 p.m.	Justo Castillo	983174 N/ 538609 E	Excavadora hidráulica	EX140

Fuente: CODESA, 2018.

2.7.6. Resultados

Área 31

El monitoreo realizado a Miguel Castillo (asiento de la excavadora hidráulica) en el Área 31 (ver imágenes 2.7.2 y 2.7.3.), reflejó valores por debajo de los niveles normados establecidos en el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000. En la tabla 2.7.3 se presentan los valores comparados con la normativa.

Tabla 2.7.3. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Miguel Castillo
en el Área 31

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.00579	0,224	0.0951	0,224	0.0186	0,630
1,25	0.00497	0,224	0.133	0,224	0.0269	0,560
1,6	0.00524	0,224	0.172	0,224	0.0265	0,500
2	0.00566	0,224	0.182	0,224	0.0309	0,450
2,5	0.00466	0,240	0.204	0,240	0.0481	0,400
3,15	0.00520	0,555	0.225	0,555	0.0527	0,355
4	0.00552	0,450	0.157	0,450	0.0521	0,315
5	0.00464	0,560	0.133	0,560	0.0445	0,315
6,3	0.00507	0,710	0.0990	0,710	0.0576	0,315
8	0.00530	0,900	0.110	0,900	0.0590	0,315
10	0.00467	1,120	0.160	1,120	0.0828	0,400
12,5	0.00516	1,400	0.152	1,400	0.0908	0,500
16	0.00543	1,800	0.159	1,800	0.0845	0,630

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
20	0.00478	2,240	0.148	2,240	0.0723	0,800
25	0.00537	2,800	0.138	2,800	0.0455	1,000
31,5	0.00593	3,550	0.0868	3,550	0.0295	1,250
40	0.00500	4,500	0.0729	4,500	0.0666	1,600
50	0.00545	5,600	0.0652	5,600	0.0210	2,000
63	0.00597	7,100	0.0530	7,100	0.0171	2,500
80	0.00502	9,000	0.0380	9,000	0.0173	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.2 y 2.7.3. Foto del operador Miguel Castillo y la excavadora hidráulica durante el monitoreo en Área 31 (994579 N/ 533890 E)

Presas Norte de la IMR - punto 1

El monitoreo de vibraciones realizado al operador de la excavadora hidráulica César Bustamante (ver imágenes 2.7.4 y 2.7.5), en el área de la Presa Norte de la IMR - Punto 1 se

reflejaron valores inferiores de los niveles normados que establece el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000, ver tabla 2.7.4.

Tabla 2.7.4. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador César Bustamante
en la Presa Norte de la IMR - Punto 1

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0747	0,224	0.0844	0,224	0.0271	0,630
1,25	0.0799	0,224	0.0831	0,224	0.0441	0,560
1,6	0.0820	0,224	0.104	0,224	0.0584	0,500
2	0.0971	0,224	0.125	0,224	0.0812	0,450
2,5	0.112	0,240	0.172	0,240	0.0953	0,400
3,15	0.130	0,555	0.200	0,555	0.111	0,355
4	0.140	0,450	0.187	0,450	0.122	0,315
5	0.123	0,560	0.176	0,560	0.0869	0,315
6,3	0.0946	0,710	0.159	0,710	0.0729	0,315
8	0.0715	0,900	0.116	0,900	0.0898	0,315
10	0.0790	1,120	0.161	1,120	0.101	0,400
12,5	0.109	1,400	0.121	1,400	0.0774	0,500
16	0.116	1,800	0.0890	1,800	0.0597	0,630
20	0.105	2,240	0.0895	2,240	0.0469	0,800
25	0.0748	2,800	0.121	2,800	0.0444	1,000
31,5	0.0696	3,550	0.109	3,550	0.0510	1,250
40	0.0551	4,500	0.0727	4,500	0.0455	1,600
50	0.0926	5,600	0.0863	5,600	0.0579	2,000
63	0.0529	7,100	0.101	7,100	0.0399	2,500

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
80	0.0400	9,000	0.0602	9,000	0.0270	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.4 y 2.7.5. Foto del equipo de medición y de la maquinaria durante el monitoreo de vibración en Presa Norte de la IMR - Punto 1 (983215 N/ 537841 E)

Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma) – Punto 1

Los valores obtenidos del monitoreo de vibraciones efectuado en el asiento del operador de la excavadora hidráulica, Gilberto Cedeño (ver tabla 2.75), en la Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma), indican ser inferiores a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico N° DGNTI-COPANIT-45-2000; ver imágenes 2.7.6 y 2.7.7.

Tabla 2.7.5. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Gilberto Cedeño en la
Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma) – punto 1

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.109	0,224	0.0426	0,224	0.0295	0,630
1,25	0.111	0,224	0.0552	0,224	0.0384	0,560
1,6	0.110	0,224	0.0583	0,224	0.0499	0,500
2	0.140	0,224	0.0732	0,224	0.0617	0,450
2,5	0.190	0,240	0.0973	0,240	0.0818	0,400
3,15	0.199	0,555	0.114	0,555	0.106	0,355
4	0.169	0,450	0.120	0,450	0.114	0,315
5	0.155	0,560	0.113	0,560	0.121	0,315
6,3	0.133	0,710	0.117	0,710	0.105	0,315
8	0.123	0,900	0.103	0,900	0.0863	0,315
10	0.124	1,120	0.149	1,120	0.0612	0,400
12,5	0.117	1,400	0.138	1,400	0.0746	0,500
16	0.102	1,800	0.115	1,800	0.0686	0,630
20	0.0873	2,240	0.106	2,240	0.0686	0,800
25	0.104	2,800	0.0806	2,800	0.0590	1,000
31,5	0.127	3,550	0.0761	3,550	0.0713	1,250
40	0.110	4,500	0.0682	4,500	0.0679	1,600
50	0.125	5,600	0.0700	5,600	0.0471	2,000
63	0.0828	7,100	0.0705	7,100	0.0273	2,500
80	0.0593	9,000	0.0544	9,000	0.0183	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.6 y 2.7.7. Operador de la excavadora hidráulica Gilberto Cedeño durante el monitoreo de vibración en la Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma) – Punto 1 (982418 N/ 537410 E)

Presa Norte de la IMR – Punto 2

Los datos adquiridos en la medición efectuada al trabajador Abdiel Morales – operador del tractor de cadenas (ver imágenes 2.7.8 y 2.7.9), en la Presa Norte de la IMR – Punto 2, se encuentran por debajo de los límites establecidos en la normativa de referencia (ver tabla 2.7.6).

Tabla 2.7.6. Monitoreo de Vibraciones al trabajador Abdiel Morales en la Presa Norte de la IMR – punto 2

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.114	0,224	0.0721	0,224	0.0403	0,630
1,25	0.120	0,224	0.0763	0,224	0.0430	0,560
1,6	0.135	0,224	0.0692	0,224	0.0552	0,500

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2	0.163	0,224	0.0629	0,224	0.0601	0,450
2,5	0.190	0,240	0.0679	0,240	0.0730	0,400
3,15	0.279	0,555	0.0633	0,555	0.0878	0,355
4	0.421	0,450	0.0640	0,450	0.105	0,315
5	0.400	0,560	0.0806	0,560	0.140	0,315
6,3	0.406	0,710	0.106	0,710	0.155	0,315
8	0.322	0,900	0.145	0,900	0.129	0,315
10	0.337	1,120	0.187	1,120	0.0981	0,400
12,5	0.409	1,400	0.127	1,400	0.115	0,500
16	0.331	1,800	0.126	1,800	0.0675	0,630
20	0.466	2,240	0.167	2,240	0.0602	0,800
25	0.383	2,800	0.118	2,800	0.0589	1,000
31,5	0.301	3,550	0.102	3,550	0.0407	1,250
40	0.235	4,500	0.0665	4,500	0.0249	1,600
50	0.143	5,600	0.337	5,600	0.0184	2,000
63	0.123	7,100	0.335	7,100	0.0270	2,500
80	0.0957	9,000	0.349	9,000	0.0229	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.8 y 2.7.9. Vistas del monitoreo de vibración realizado en la Presa Norte de la IMR – Punto 2 – Tractor de cadenas (983218 N/ 537905 E)

Presa Norte de la IMR – Punto 3

Los resultados obtenidos en el monitoreo de vibraciones realizado en la Presa Norte de la IMR – Punto 3, al colaborador Isaías Espinosa - operador de la excavadora hidráulica (ver imágenes 2.7.10 y 2.7.11), son inferiores a los valores máximos que establece el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, ver la tabla 2.7.7.

Tabla 2.7.7. Monitoreo de Vibraciones al trabajador Isaías Espinosa
en la Presa Norte de la IMR – Punto 3

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0799	0,224	0.0704	0,224	0.0220	0,630
1,25	0.0697	0,224	0.0693	0,224	0.0310	0,560
1,6	0.0817	0,224	0.0764	0,224	0.0389	0,500
2	0.0936	0,224	0.0862	0,224	0.0516	0,450

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.106	0,240	0.103	0,240	0.0637	0,400
3,15	0.123	0,555	0.115	0,555	0.0811	0,355
4	0.105	0,450	0.0971	0,450	0.0702	0,315
5	0.0926	0,560	0.0778	0,560	0.0551	0,315
6,3	0.0790	0,710	0.0569	0,710	0.0506	0,315
8	0.0869	0,900	0.0610	0,900	0.0613	0,315
10	0.0870	1,120	0.0864	1,120	0.0650	0,400
12,5	0.0741	1,400	0.0607	1,400	0.0580	0,500
16	0.0767	1,800	0.0504	1,800	0.0534	0,630
20	0.0832	2,240	0.0562	2,240	0.0493	0,800
25	0.0718	2,800	0.0482	2,800	0.0302	1,000
31,5	0.0797	3,550	0.0710	3,550	0.0309	1,250
40	0.0528	4,500	0.0594	4,500	0.0345	1,600
50	0.0624	5,600	0.0816	5,600	0.0282	2,000
63	0.0492	7,100	0.0459	7,100	0.0237	2,500
80	0.0377	9,000	0.0327	9,000	0.0148	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.10 y 2.7.11. Vistas del equipo de medición de vibración en la Presa Norte de la IMR – Punto 3 – excavadora hidráulica (983203 N/ 537883 E)

Presa Norte de la IMR – Punto 4

La tabla 2.7.8 presenta los valores obtenidos en el monitoreo ejecutado en la Presa Norte de la IMR – Punto 4, al trabajador Abel Moreno - operador la excavadora hidráulica (ver imágenes 2.7.12 y 2.7.13). Estos datos se encuentran por debajo de los valores normados en el Reglamento Técnico de Referencia.

Tabla 2.7.8. Resultado del Monitoreo de Vibraciones al trabajador Abel Moreno en la Presa Norte de la IMR – Punto 4

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0810	0,224	0.0633	0,224	0.0272	0,630
1,25	0.0953	0,224	0.0646	0,224	0.0400	0,560
1,6	0.0965	0,224	0.0796	0,224	0.0519	0,500
2	0.0937	0,224	0.101	0,224	0.0.617	0,450

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.120	0,240	0.137	0,240	0.0752	0,400
3,15	0.161	0,555	0.158	0,555	0.0981	0,355
4	0.164	0,450	0.172	0,450	0.101	0,315
5	0.108	0,560	0.118	0,560	0.0739	0,315
6,3	0.0863	0,710	0.0878	0,710	0.0719	0,315
8	0.0798	0,900	0.0621	0,900	0.0913	0,315
10	0.0797	1,120	0.120	1,120	0.0818	0,400
12,5	0.0761	1,400	0.106	1,400	0.0638	0,500
16	0.104	1,800	0.0746	1,800	0.0499	0,630
20	0.0852	2,240	0.0693	2,240	0.0487	0,800
25	0.0785	2,800	0.0727	2,800	0.0415	1,000
31,5	0.0824	3,550	0.0741	3,550	0.0460	1,250
40	0.0811	4,500	0.0693	4,500	0.0547	1,600
50	0.0915	5,600	0.0513	5,600	0.0468	2,000
63	0.0804	7,100	0.0721	7,100	0.0494	2,500
80	0.0547	9,000	0.0555	9,000	0.0403	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.12 y 2.7.13. Foto del operador Abel Moreno y de la excavadora hidráulica, durante la medición de vibraciones en la Presa Norte de la IMR – Punto 4 (983190 N/ 537780 E)

Plataforma de trituración TMF – Punto 2

La medición de vibraciones efectuada en el asiento del operador del tractor de cadenas, Héctor Duarte (ver imágenes 2.7.14 y 2.7.15), en la Plataforma de trituración TMF – Punto 2, indica valores que exceden los límites máximos establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencias (Hz) 1.6, 2 y 2.5), ver tabla 2.7.9.

Tabla 2.7.9. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Héctor Duarte en la Plataforma de trituración TMF – Punto 2

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.195	0,224	0.137	0,224	0.0420	0,630
1,25	0.208	0,224	0.197	0,224	0.0614	0,560

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1,6	0.225	0,224	0.198	0,224	0.0758	0,500
2	0.231	0,224	0.182	0,224	0.0917	0,450
2,5	0.270	0,240	0.204	0,240	0.120	0,400
3,15	0.237	0,555	0.173	0,555	0.118	0,355
4	0.190	0,450	0.177	0,450	0.161	0,315
5	0.200	0,560	0.243	0,560	0.174	0,315
6,3	0.191	0,710	0.266	0,710	0.157	0,315
8	0.204	0,900	0.258	0,900	0.118	0,315
10	0.233	1,120	0.238	1,120	0.136	0,400
12,5	0.267	1,400	0.224	1,400	0.156	0,500
16	0.443	1,800	0.274	1,800	0.165	0,630
20	0.541	2,240	0.371	2,240	0.175	0,800
25	0.452	2,800	0.364	2,800	0.172	1,000
31,5	0.570	3,550	0.444	3,550	0.189	1,250
40	0.472	4,500	0.397	4,500	0.138	1,600
50	0.198	5,600	0.268	5,600	0.0622	2,000
63	0.161	7,100	0.163	7,100	0.0496	2,500
80	0.132	9,000	0.0985	9,000	0.0212	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.14 y 2.7.15. Monitoreo de vibración en la Plataforma de trituración TMF –
Punto 2– tractor de cadenas (982628 N/ 537449 E)

Pre - Stripping del tajo Botija

El monitoreo efectuado a Elvin Hernández (asiento del operador del cargador frontal) en el Pre - Stripping del tajo Botija, registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.7.10), específicamente en el eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 8, 10 y 31.5), ver imágenes 2.7.16 y 2.7.17.

Tabla 2.7.10. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Elvin Hernández en el
Pre - Stripping del Tajo Botija

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.197	0,224	1.29	0,224	0.0673	0,630
1,25	0.203	0,224	1.33	0,224	0.105	0,560
1,6	0.192	0,224	1.62	0,224	0.157	0,500
2	0.199	0,224	0.910	0,224	0.289	0,450

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.182	0,240	1.12	0,240	0.388	0,400
3,15	0.141	0,555	1.23	0,555	0.160	0,355
4	0.134	0,450	0.586	0,450	0.0934	0,315
5	0.165	0,560	0.548	0,560	0.108	0,315
6,3	0.124	0,710	0.653	0,710	0.104	0,315
8	0.0966	0,900	1.08	0,900	0.0801	0,315
10	0.0946	1,120	1.47	1,120	0.0648	0,400
12,5	0.0988	1,400	0.899	1,400	0.0602	0,500
16	0.107	1,800	0.598	1,800	0.0638	0,630
20	0.121	2,240	0.503	2,240	0.0579	0,800
25	0.0997	2,800	2.32	2,800	0.0404	1,000
31,5	0.130	3,550	5.65	3,550	0.0346	1,250
40	0.0759	4,500	3.64	4,500	0.0369	1,600
50	0.0703	5,600	1.41	5,600	0.0468	2,000
63	0.0845	7,100	1.04	7,100	0.0431	2,500
80	0.0721	9,000	0.377	9,000	0.0369	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.16 y 2.7.17. Vistas del equipo de medición durante el monitoreo de vibración en el Pre - Stripping del tajo Botija – cargador frontal (976278 N/ 537408 E)

Presa Este de la IMR

El monitoreo realizado al operador de la excavadora hidráulica Diomedes Salazar en Presa Este de la IMR, demostró valores por encima a los límites establecidos en la normativa Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje Y (frecuencia (Hz), 2,5); ver tabla 2.7.11 e imágenes 2.7.18 y 2.7.19.

Tabla 2.7.11. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Diomedes Salazar en la Presa Este de la IMR

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.082	0,224	0.0892	0,224	0.0191	0,630
1,25	0.0954	0,224	0.137	0,224	0.249	0,560
1,6	0.111	0,224	0.196	0,224	0.0318	0,500
2	0.139	0,224	0.206	0,224	0.0459	0,450

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.145	0,240	0.248	0,240	0.0524	0,400
3,15	0.133	0,555	0.265	0,555	0.0797	0,355
4	0.119	0,450	0.243	0,450	0.105	0,315
5	0.112	0,560	0.198	0,560	0.101	0,315
6,3	0.0943	0,710	0.127	0,710	0.0887	0,315
8	0.107	0,900	0.126	0,900	0.0775	0,315
10	0.0885	1,120	0.121	1,120	0.0635	0,400
12,5	0.0636	1,400	0.0844	1,400	0.0583	0,500
16	0.0796	1,800	0.0970	1,800	0.0576	0,630
20	0.109	2,240	0.110	2,240	0.0793	0,800
25	0.104	2,800	0.126	2,800	0.0545	1,000
31,5	0.0750	3,550	0.0861	3,550	0.0306	1,250
40	0.0541	4,500	0.0711	4,500	0.0254	1,600
50	0.0649	5,600	0.0616	5,600	0.0214	2,000
63	0.0443	7,100	0.0508	7,100	0.0169	2,500
80	0.0383	9,000	0.0318	9,000	0.0116	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.18 y 2.7.19. Monitoreo de vibración en la Presa Este de la IMR – excavadora hidráulica (980386 N/ 538851 E)

Taller de Mecánica TMF

Se presentan en la tabla 2.7.12 los resultados obtenidos en la medición realizada en el Taller de Mecánica TMF, al trabajador Justo Castillo - operador de la excavadora hidráulica (ver imágenes 2.7.20 y 2.7.21), los cuales son inferiores a los valores máximos normados en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

Tabla 2.7.12. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Justo Castillo en el Taller de Mecánica TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0865	0,224	0.0475	0,224	0.0829	0,630
1,25	0.115	0,224	0.0746	0,224	0.0981	0,560
1,6	0.140	0,224	0.0883	0,224	0.0139	0,500
2	0.166	0,224	0.0752	0,224	0.0201	0,450

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
2,5	0.186	0,240	0.0739	0,240	0.0263	0,400
3,15	0.195	0,555	0.0680	0,555	0.0360	0,355
4	0.198	0,450	0.0841	0,450	0.0358	0,315
5	0.187	0,560	0.107	0,560	0.0300	0,315
6,3	0.167	0,710	0.129	0,710	0.0209	0,315
8	0.181	0,900	0.0615	0,900	0.0247	0,315
10	0.209	1,120	0.0863	1,120	0.0207	0,400
12,5	0.192	1,400	0.0973	1,400	0.0174	0,500
16	0.212	1,800	0.123	1,800	0.0399	0,630
20	0.236	2,240	0.132	2,240	0.0853	0,800
25	0.193	2,800	0.188	2,800	0.0447	1,000
31,5	0.229	3,550	0.245	3,550	0.0313	1,250
40	0.197	4,500	0.224	4,500	0.0322	1,600
50	0.155	5,600	0.185	5,600	0.0386	2,000
63	0.165	7,100	0.186	7,100	0.0199	2,500
80	0.172	9,000	0.0941	9,000	0.0139	3,150

Fuente: CODESA, 2018.



Imágenes 2.7.20 y 2.7.21. Foto del operador de la excavadora hidráulica durante el monitoreo en el Taller de Mecánica TMF (983174 N/ 538609 E)

2.7.7 Conclusiones

Los resultados obtenidos por el monitoreo de vibraciones, en las direcciones espaciales X, Y y Z, dentro del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”, específicamente en el Área 31 (operador Miguel Castillo), en la Presa Norte de la IMR - Punto 1 (operador César Bustamante), la Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma) – Punto 1 (operador Gilberto Cedeño), en la Presa Norte de la IMR – Punto 2 (operador Abdiel Morales), en la Presa Norte de la IMR – Punto 3 (operador Isaías Espinosa), en la Presa Norte de la IMR – Punto 4 (operador Abel Moreno) y en el Taller de Mecánica TMF (operador Justo Castillo) cumplen con los límites máximos establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI⁵-COPANIT⁶ 45 – 2000.

Los resultados del monitoreo de vibraciones a los trabajadores Héctor Duarte (Plataforma de trituración TMF – Punto 2) en el eje X (frecuencias (Hz) 1.6, 2 y 2.5); Elvin Hernández (Pre - Stripping del tajo Botija) en el eje Y (frecuencias (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 8, 10 y 31.5) y Diomedes Salazar (Presa Este de la IMR) en el eje Y (frecuencia (Hz) 2.5); no cumplen con los límites máximos establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI⁷-

⁵ DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

⁶ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

⁷ DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

COPANIT⁸ 45-2000 para un periodo de exposición de 8 horas; de este modo se concluye que las actividades que realizan los trabajadores podrían afectar su salud.

2.7.8. Recomendaciones

- Comunicar a los trabajadores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Realizar capacitaciones al personal que opera las maquinarias y equipos pesados, sobre los riesgos por exposición a altos niveles de vibraciones.
- Rotar al personal expuesto a altos niveles de vibración para reducir el tiempo de exposición.
- Reemplazar el sistema de amortiguación en los asientos de aquellas maquinarias que mostraron altos niveles de vibración durante los monitoreos, para reducir las posibles afectaciones sobre el operador.
- Efectuar el mantenimiento periódico de las maquinarias utilizadas en el Proyecto, incluyendo su sistema de suspensión, para optimizar su eficiencia y minimizar las vibraciones que generan.
- Repetir el monitoreo de vibraciones en las maquinarias que mostraron niveles por encima de la norma, en la próxima inspección de campo.

2.7.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163,

⁸ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en:
http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf .

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en:
http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.7.1. Data generada por el equipo durante las mediciones

Área 31– Miguel Castillo

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	5.44E-3	m/s ²
1Hz	5.79E-3	m/s ²
1.25Hz	4.97E-3	m/s ²
1.6Hz	5.24E-3	m/s ²
2Hz	5.66E-3	m/s ²
2.5Hz	4.66E-3	m/s ²
3.15Hz	5.20E-3	m/s ²
4Hz	5.52E-3	m/s ²
5Hz	4.64E-3	m/s ²
6.3Hz	5.07E-3	m/s ²
8Hz	5.30E-3	m/s ²
10Hz	4.67E-3	m/s ²
12.5Hz	5.16E-3	m/s ²
16Hz	5.43E-3	m/s ²
20Hz	4.78E-3	m/s ²
25Hz	5.37E-3	m/s ²
31.5Hz	5.93E-3	m/s ²
40Hz	5.00E-3	m/s ²
50Hz	5.45E-3	m/s ²
63Hz	5.97E-3	m/s ²
80Hz	5.02E-3	m/s ²
100Hz	5.41E-3	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.27E-2	m/s ²
1Hz	9.51E-2	m/s ²
1.25Hz	0.133	m/s ²
1.6Hz	0.172	m/s ²
2Hz	0.182	m/s ²
2.5Hz	0.204	m/s ²
3.15Hz	0.225	m/s ²
4Hz	0.157	m/s ²
5Hz	0.133	m/s ²
6.3Hz	9.90E-2	m/s ²
8Hz	0.110	m/s ²
10Hz	0.160	m/s ²
12.5Hz	0.152	m/s ²
16Hz	0.159	m/s ²
20Hz	0.148	m/s ²
25Hz	0.138	m/s ²
31.5Hz	8.68E-2	m/s ²
40Hz	7.29E-2	m/s ²
50Hz	6.52E-2	m/s ²
63Hz	5.30E-2	m/s ²
80Hz	3.80E-2	m/s ²
100Hz	2.54E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.43E-2	m/s ²
1Hz	1.86E-2	m/s ²
1.25Hz	2.69E-2	m/s ²
1.6Hz	2.65E-2	m/s ²
2Hz	3.09E-2	m/s ²
2.5Hz	4.81E-2	m/s ²
3.15Hz	5.27E-2	m/s ²
4Hz	5.21E-2	m/s ²
5Hz	4.45E-2	m/s ²
6.3Hz	5.76E-2	m/s ²
8Hz	5.90E-2	m/s ²
10Hz	8.28E-2	m/s ²
12.5Hz	9.08E-2	m/s ²
16Hz	8.45E-2	m/s ²
20Hz	7.23E-2	m/s ²
25Hz	4.55E-2	m/s ²
31.5Hz	2.95E-2	m/s ²
40Hz	6.66E-2	m/s ²
50Hz	2.10E-2	m/s ²
63Hz	1.71E-2	m/s ²
80Hz	1.73E-2	m/s ²
100Hz	1.15E-2	m/s ²

Presa Norte de la IMR - Punto 1 - César Bustamante

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.37E-2	m/s ²
1Hz	7.47E-2	m/s ²
1.25Hz	7.99E-2	m/s ²
1.6Hz	8.20E-2	m/s ²
2Hz	9.71E-2	m/s ²
2.5Hz	0.112	m/s ²
3.15Hz	0.130	m/s ²
4Hz	0.140	m/s ²
5Hz	0.123	m/s ²
6.3Hz	9.46E-2	m/s ²
8Hz	7.15E-2	m/s ²
10Hz	7.90E-2	m/s ²
12.5Hz	0.109	m/s ²
16Hz	0.116	m/s ²
20Hz	0.105	m/s ²
25Hz	7.84E-2	m/s ²
31.5Hz	6.96E-2	m/s ²
40Hz	5.51E-2	m/s ²
50Hz	9.26E-2	m/s ²
63Hz	5.29E-2	m/s ²
80Hz	4.00E-2	m/s ²
100Hz	3.77E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.17E-2	m/s ²
1Hz	8.44E-2	m/s ²
1.25Hz	8.31E-2	m/s ²
1.6Hz	0.104	m/s ²
2Hz	0.125	m/s ²
2.5Hz	0.172	m/s ²
3.15Hz	0.200	m/s ²
4Hz	0.187	m/s ²
5Hz	0.175	m/s ²
6.3Hz	0.159	m/s ²
8Hz	0.116	m/s ²
10Hz	0.161	m/s ²
12.5Hz	0.121	m/s ²
16Hz	8.00E-2	m/s ²
20Hz	8.95E-2	m/s ²
25Hz	0.121	m/s ²
31.5Hz	0.109	m/s ²
40Hz	7.27E-2	m/s ²
50Hz	8.63E-2	m/s ²
63Hz	0.101	m/s ²
80Hz	6.02E-2	m/s ²
100Hz	5.46E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.87E-2	m/s ²
1Hz	2.71E-2	m/s ²
1.25Hz	4.41E-2	m/s ²
1.6Hz	5.84E-2	m/s ²
2Hz	8.12E-2	m/s ²
2.5Hz	9.53E-2	m/s ²
3.15Hz	0.111	m/s ²
4Hz	0.122	m/s ²
5Hz	8.69E-2	m/s ²
6.3Hz	7.29E-2	m/s ²
8Hz	8.98E-2	m/s ²
10Hz	0.101	m/s ²
12.5Hz	7.74E-2	m/s ²
16Hz	5.97E-2	m/s ²
20Hz	4.69E-2	m/s ²
25Hz	4.44E-2	m/s ²
31.5Hz	5.10E-2	m/s ²
40Hz	4.55E-2	m/s ²
50Hz	5.79E-2	m/s ²
63Hz	3.99E-2	m/s ²
80Hz	2.70E-2	m/s ²
100Hz	1.91E-2	m/s ²

**Plataforma de Trituración TMF (Área de instalación de nueva plataforma) – Punto 1 -
Gilberto Cedeño**

X

Y

Z

Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	8.50E-2	m/s²	0.8Hz	4.35E-2	m/s²	0.8Hz	2.99E-2	m/s²
1Hz	0.109	m/s²	1Hz	4.26E-2	m/s²	1Hz	2.95E-2	m/s²
1.25Hz	0.111	m/s²	1.25Hz	5.52E-2	m/s²	1.25Hz	3.84E-2	m/s²
1.6Hz	0.110	m/s²	1.6Hz	5.83E-2	m/s²	1.6Hz	4.99E-2	m/s²
2Hz	0.140	m/s²	2Hz	7.32E-2	m/s²	2Hz	6.17E-2	m/s²
2.5Hz	0.190	m/s²	2.5Hz	9.73E-2	m/s²	2.5Hz	8.18E-2	m/s²
3.15Hz	0.199	m/s²	3.15Hz	0.114	m/s²	3.15Hz	0.106	m/s²
4Hz	0.169	m/s²	4Hz	0.120	m/s²	4Hz	0.114	m/s²
5Hz	0.155	m/s²	5Hz	0.113	m/s²	5Hz	0.121	m/s²
6.3Hz	0.133	m/s²	6.3Hz	0.117	m/s²	6.3Hz	0.105	m/s²
8Hz	0.123	m/s²	8Hz	0.103	m/s²	8Hz	8.63E-2	m/s²
10Hz	0.124	m/s²	10Hz	0.149	m/s²	10Hz	8.12E-2	m/s²
12.5Hz	0.117	m/s²	12.5Hz	0.138	m/s²	12.5Hz	7.48E-2	m/s²
16Hz	0.102	m/s²	16Hz	0.115	m/s²	16Hz	6.85E-2	m/s²
20Hz	8.73E-2	m/s²	20Hz	0.106	m/s²	20Hz	6.85E-2	m/s²
25Hz	0.104	m/s²	25Hz	8.06E-2	m/s²	25Hz	5.90E-2	m/s²
31.5Hz	0.127	m/s²	31.5Hz	7.61E-2	m/s²	31.5Hz	7.13E-2	m/s²
40Hz	0.110	m/s²	40Hz	6.82E-2	m/s²	40Hz	6.79E-2	m/s²
50Hz	0.125	m/s²	50Hz	7.00E-2	m/s²	50Hz	4.71E-2	m/s²
63Hz	8.28E-2	m/s²	63Hz	7.05E-2	m/s²	63Hz	2.73E-2	m/s²
80Hz	5.93E-2	m/s²	80Hz	5.44E-2	m/s²	80Hz	1.83E-2	m/s²
100Hz	5.17E-2	m/s²	100Hz	3.95E-2	m/s²	100Hz	1.39E-2	m/s²

Presa Norte de la IMR – Punto 2 - Abdiel Morales

X

Y

Z

Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.118	m/s²	0.8Hz	7.27E-2	m/s²	0.8Hz	3.79E-2	m/s²
1Hz	0.114	m/s²	1Hz	7.21E-2	m/s²	1Hz	4.03E-2	m/s²
1.25Hz	0.120	m/s²	1.25Hz	7.63E-2	m/s²	1.25Hz	4.30E-2	m/s²
1.6Hz	0.135	m/s²	1.6Hz	6.92E-2	m/s²	1.6Hz	5.52E-2	m/s²
2Hz	0.163	m/s²	2Hz	6.29E-2	m/s²	2Hz	6.01E-2	m/s²
2.5Hz	0.190	m/s²	2.5Hz	6.79E-2	m/s²	2.5Hz	7.30E-2	m/s²
3.15Hz	0.279	m/s²	3.15Hz	6.33E-2	m/s²	3.15Hz	8.78E-2	m/s²
4Hz	0.421	m/s²	4Hz	6.40E-2	m/s²	4Hz	0.105	m/s²
5Hz	0.400	m/s²	5Hz	8.06E-2	m/s²	5Hz	0.140	m/s²
6.3Hz	0.405	m/s²	6.3Hz	0.105	m/s²	6.3Hz	0.155	m/s²
8Hz	0.322	m/s²	8Hz	0.145	m/s²	8Hz	0.129	m/s²
10Hz	0.337	m/s²	10Hz	0.187	m/s²	10Hz	9.81E-2	m/s²
12.5Hz	0.409	m/s²	12.5Hz	0.127	m/s²	12.5Hz	0.115	m/s²
16Hz	0.331	m/s²	16Hz	0.126	m/s²	16Hz	6.75E-2	m/s²
20Hz	0.465	m/s²	20Hz	0.167	m/s²	20Hz	6.02E-2	m/s²
25Hz	0.383	m/s²	25Hz	0.118	m/s²	25Hz	5.89E-2	m/s²
31.5Hz	0.301	m/s²	31.5Hz	0.102	m/s²	31.5Hz	4.07E-2	m/s²
40Hz	0.235	m/s²	40Hz	6.65E-2	m/s²	40Hz	2.49E-2	m/s²
50Hz	0.143	m/s²	50Hz	3.37E-2	m/s²	50Hz	1.84E-2	m/s²
63Hz	0.123	m/s²	63Hz	3.35E-2	m/s²	63Hz	2.70E-2	m/s²
80Hz	9.57E-2	m/s²	80Hz	3.49E-2	m/s²	80Hz	2.29E-2	m/s²
100Hz	6.57E-2	m/s²	100Hz	2.84E-2	m/s²	100Hz	1.94E-2	m/s²

Presa Norte de la IMR – Punto 3 – Isaías Espinosa

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.115	m/s²
1Hz	7.99E-2	m/s²
1.25Hz	6.97E-2	m/s²
1.6Hz	8.17E-2	m/s²
2Hz	9.36E-2	m/s²
2.5Hz	0.106	m/s²
3.15Hz	0.123	m/s²
4Hz	0.105	m/s²
5Hz	9.26E-2	m/s²
6.3Hz	7.90E-2	m/s²
8Hz	8.69E-2	m/s²
10Hz	8.70E-2	m/s²
12.5Hz	7.41E-2	m/s²
16Hz	7.67E-2	m/s²
20Hz	8.32E-2	m/s²
25Hz	7.18E-2	m/s²
31.5Hz	7.97E-2	m/s²
40Hz	5.28E-2	m/s²
50Hz	6.21E-2	m/s²
63Hz	4.92E-2	m/s²
80Hz	3.77E-2	m/s²
100Hz	3.63E-2	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.27E-2	m/s²
1Hz	7.04E-2	m/s²
1.25Hz	6.93E-2	m/s²
1.6Hz	7.64E-2	m/s²
2Hz	8.62E-2	m/s²
2.5Hz	0.103	m/s²
3.15Hz	0.115	m/s²
4Hz	9.71E-2	m/s²
5Hz	7.78E-2	m/s²
6.3Hz	5.89E-2	m/s²
8Hz	6.10E-2	m/s²
10Hz	8.64E-2	m/s²
12.5Hz	6.07E-2	m/s²
16Hz	5.01E-2	m/s²
20Hz	5.62E-2	m/s²
25Hz	4.82E-2	m/s²
31.5Hz	7.10E-2	m/s²
40Hz	5.94E-2	m/s²
50Hz	8.16E-2	m/s²
63Hz	4.59E-2	m/s²
80Hz	3.27E-2	m/s²
100Hz	3.20E-2	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.65E-2	m/s²
1Hz	2.20E-2	m/s²
1.25Hz	3.10E-2	m/s²
1.6Hz	3.89E-2	m/s²
2Hz	5.16E-2	m/s²
2.5Hz	6.37E-2	m/s²
3.15Hz	8.11E-2	m/s²
4Hz	7.02E-2	m/s²
5Hz	5.51E-2	m/s²
6.3Hz	5.06E-2	m/s²
8Hz	6.13E-2	m/s²
10Hz	6.50E-2	m/s²
12.5Hz	5.80E-2	m/s²
16Hz	5.34E-2	m/s²
20Hz	4.93E-2	m/s²
25Hz	3.02E-2	m/s²
31.5Hz	3.09E-2	m/s²
40Hz	3.45E-2	m/s²
50Hz	2.82E-2	m/s²
63Hz	2.37E-2	m/s²
80Hz	1.48E-2	m/s²
100Hz	1.46E-2	m/s²

Presa Norte de la IMR – Punto 4 – Abel Moreno

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.71E-2	m/s²
1Hz	8.10E-2	m/s²
1.25Hz	9.53E-2	m/s²
1.6Hz	9.65E-2	m/s²
2Hz	9.37E-2	m/s²
2.5Hz	0.120	m/s²
3.15Hz	0.161	m/s²
4Hz	0.164	m/s²
5Hz	0.108	m/s²
6.3Hz	8.63E-2	m/s²
8Hz	7.98E-2	m/s²
10Hz	7.97E-2	m/s²
12.5Hz	7.61E-2	m/s²
16Hz	0.104	m/s²
20Hz	8.52E-2	m/s²
25Hz	7.85E-2	m/s²
31.5Hz	8.24E-2	m/s²
40Hz	8.11E-2	m/s²
50Hz	9.15E-2	m/s²
63Hz	8.04E-2	m/s²
80Hz	5.47E-2	m/s²
100Hz	4.33E-2	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.86E-2	m/s²
1Hz	6.33E-2	m/s²
1.25Hz	6.46E-2	m/s²
1.6Hz	7.96E-2	m/s²
2Hz	0.101	m/s²
2.5Hz	0.137	m/s²
3.15Hz	0.158	m/s²
4Hz	0.172	m/s²
5Hz	0.118	m/s²
6.3Hz	8.78E-2	m/s²
8Hz	6.21E-2	m/s²
10Hz	0.120	m/s²
12.5Hz	0.106	m/s²
16Hz	7.46E-2	m/s²
20Hz	6.93E-2	m/s²
25Hz	7.27E-2	m/s²
31.5Hz	7.41E-2	m/s²
40Hz	6.93E-2	m/s²
50Hz	5.13E-2	m/s²
63Hz	7.21E-2	m/s²
80Hz	5.55E-2	m/s²
100Hz	3.71E-2	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.25E-2	m/s²
1Hz	2.72E-2	m/s²
1.25Hz	4.00E-2	m/s²
1.6Hz	5.19E-2	m/s²
2Hz	6.17E-2	m/s²
2.5Hz	7.52E-2	m/s²
3.15Hz	9.81E-2	m/s²
4Hz	0.101	m/s²
5Hz	7.39E-2	m/s²
6.3Hz	7.19E-2	m/s²
8Hz	9.13E-2	m/s²
10Hz	8.18E-2	m/s²
12.5Hz	6.38E-2	m/s²
16Hz	4.59E-2	m/s²
20Hz	4.87E-2	m/s²
25Hz	4.15E-2	m/s²
31.5Hz	4.60E-2	m/s²
40Hz	5.47E-2	m/s²
50Hz	4.68E-2	m/s²
63Hz	4.94E-2	m/s²
80Hz	4.03E-2	m/s²
100Hz	1.79E-2	m/s²

Plataforma de Trituración TMF – Punto 2 – Héctor Duarte

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.188	m/s ²
1Hz	0.195	m/s ²
1.25Hz	0.208	m/s ²
1.6Hz	0.225	m/s ²
2Hz	0.231	m/s ²
2.5Hz	0.270	m/s ²
3.15Hz	0.237	m/s ²
4Hz	0.190	m/s ²
5Hz	0.200	m/s ²
6.3Hz	0.191	m/s ²
8Hz	0.204	m/s ²
10Hz	0.233	m/s ²
12.5Hz	0.267	m/s ²
16Hz	0.443	m/s ²
20Hz	0.541	m/s ²
25Hz	0.452	m/s ²
31.5Hz	0.570	m/s ²
40Hz	0.472	m/s ²
50Hz	0.198	m/s ²
63Hz	0.161	m/s ²
80Hz	0.132	m/s ²
100Hz	0.126	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.101	m/s ²
1Hz	0.137	m/s ²
1.25Hz	0.197	m/s ²
1.6Hz	0.198	m/s ²
2Hz	0.182	m/s ²
2.5Hz	0.204	m/s ²
3.15Hz	0.173	m/s ²
4Hz	0.177	m/s ²
5Hz	0.243	m/s ²
6.3Hz	0.266	m/s ²
8Hz	0.258	m/s ²
10Hz	0.238	m/s ²
12.5Hz	0.224	m/s ²
16Hz	0.274	m/s ²
20Hz	0.371	m/s ²
25Hz	0.364	m/s ²
31.5Hz	0.441	m/s ²
40Hz	0.397	m/s ²
50Hz	0.268	m/s ²
63Hz	0.163	m/s ²
80Hz	9.85E-2	m/s ²
100Hz	7.82E-2	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	3.43E-2	m/s ²
1Hz	4.20E-2	m/s ²
1.25Hz	6.14E-2	m/s ²
1.6Hz	7.58E-2	m/s ²
2Hz	9.17E-2	m/s ²
2.5Hz	0.120	m/s ²
3.15Hz	0.118	m/s ²
4Hz	0.161	m/s ²
5Hz	0.174	m/s ²
6.3Hz	0.157	m/s ²
8Hz	0.118	m/s ²
10Hz	0.136	m/s ²
12.5Hz	0.156	m/s ²
16Hz	0.165	m/s ²
20Hz	0.175	m/s ²
25Hz	0.172	m/s ²
31.5Hz	0.189	m/s ²
40Hz	0.138	m/s ²
50Hz	6.22E-2	m/s ²
63Hz	4.90E-2	m/s ²
80Hz	2.12E-2	m/s ²
100Hz	2.61E-2	m/s ²

Pre - Stripping del tajo Botija – Elvin Hernández

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.172	m/s ²
1Hz	0.197	m/s ²
1.25Hz	0.203	m/s ²
1.6Hz	0.192	m/s ²
2Hz	0.199	m/s ²
2.5Hz	0.182	m/s ²
3.15Hz	0.141	m/s ²
4Hz	0.134	m/s ²
5Hz	0.165	m/s ²
6.3Hz	0.124	m/s ²
8Hz	9.66E-2	m/s ²
10Hz	9.46E-2	m/s ²
12.5Hz	9.88E-2	m/s ²
16Hz	0.107	m/s ²
20Hz	0.121	m/s ²
25Hz	9.97E-2	m/s ²
31.5Hz	0.130	m/s ²
40Hz	7.59E-2	m/s ²
50Hz	7.03E-2	m/s ²
63Hz	8.45E-2	m/s ²
80Hz	7.21E-2	m/s ²
100Hz	6.28E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.16	m/s ²
1Hz	1.29	m/s ²
1.25Hz	1.33	m/s ²
1.6Hz	1.62	m/s ²
2Hz	0.910	m/s ²
2.5Hz	1.12	m/s ²
3.15Hz	1.23	m/s ²
4Hz	0.586	m/s ²
5Hz	0.548	m/s ²
6.3Hz	0.653	m/s ²
8Hz	1.08	m/s ²
10Hz	1.47	m/s ²
12.5Hz	0.899	m/s ²
16Hz	0.598	m/s ²
20Hz	0.503	m/s ²
25Hz	2.32	m/s ²
31.5Hz	5.65	m/s ²
40Hz	3.64	m/s ²
50Hz	1.41	m/s ²
63Hz	1.04	m/s ²
80Hz	0.377	m/s ²
100Hz	0.249	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	5.06E-2	m/s ²
1Hz	6.73E-2	m/s ²
1.25Hz	0.105	m/s ²
1.6Hz	0.157	m/s ²
2Hz	0.289	m/s ²
2.5Hz	0.388	m/s ²
3.15Hz	0.160	m/s ²
4Hz	9.34E-2	m/s ²
5Hz	0.108	m/s ²
6.3Hz	0.104	m/s ²
8Hz	8.01E-2	m/s ²
10Hz	6.48E-2	m/s ²
12.5Hz	6.02E-2	m/s ²
16Hz	6.38E-2	m/s ²
20Hz	5.79E-2	m/s ²
25Hz	4.04E-2	m/s ²
31.5Hz	3.46E-2	m/s ²
40Hz	3.69E-2	m/s ²
50Hz	4.68E-2	m/s ²
63Hz	4.31E-2	m/s ²
80Hz	3.68E-2	m/s ²
100Hz	2.93E-2	m/s ²

Presa Este de la IMR – Diomedes Salazar

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.12E-2	m/s²
1Hz	8.92E-2	m/s²
1.25Hz	9.54E-2	m/s²
1.6Hz	0.111	m/s²
2Hz	0.139	m/s²
2.5Hz	0.145	m/s²
3.15Hz	0.133	m/s²
4Hz	0.119	m/s²
5Hz	0.112	m/s²
6.3Hz	9.43E-2	m/s²
8Hz	0.107	m/s²
10Hz	8.85E-2	m/s²
12.5Hz	6.36E-2	m/s²
16Hz	7.96E-2	m/s²
20Hz	0.109	m/s²
25Hz	0.104	m/s²
31.5Hz	7.50E-2	m/s²
40Hz	5.41E-2	m/s²
50Hz	6.49E-2	m/s²
63Hz	4.43E-2	m/s²
80Hz	3.83E-2	m/s²
100Hz	2.78E-2	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.55E-2	m/s²
1Hz	8.92E-2	m/s²
1.25Hz	0.137	m/s²
1.6Hz	0.196	m/s²
2Hz	0.206	m/s²
2.5Hz	0.248	m/s²
3.15Hz	0.265	m/s²
4Hz	0.243	m/s²
5Hz	0.198	m/s²
6.3Hz	0.127	m/s²
8Hz	0.126	m/s²
10Hz	0.121	m/s²
12.5Hz	8.44E-2	m/s²
16Hz	9.70E-2	m/s²
20Hz	0.110	m/s²
25Hz	0.126	m/s²
31.5Hz	8.61E-2	m/s²
40Hz	7.11E-2	m/s²
50Hz	6.16E-2	m/s²
63Hz	5.08E-2	m/s²
80Hz	3.18E-2	m/s²
100Hz	2.23E-2	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.77E-2	m/s²
1Hz	1.91E-2	m/s²
1.25Hz	2.49E-2	m/s²
1.6Hz	3.18E-2	m/s²
2Hz	4.59E-2	m/s²
2.5Hz	5.24E-2	m/s²
3.15Hz	7.97E-2	m/s²
4Hz	0.105	m/s²
5Hz	0.101	m/s²
6.3Hz	8.87E-2	m/s²
8Hz	7.75E-2	m/s²
10Hz	6.35E-2	m/s²
12.5Hz	5.83E-2	m/s²
16Hz	5.70E-2	m/s²
20Hz	5.96E-2	m/s²
25Hz	7.93E-2	m/s²
31.5Hz	5.45E-2	m/s²
40Hz	3.06E-2	m/s²
50Hz	2.54E-2	m/s²
63Hz	2.14E-2	m/s²
80Hz	1.68E-2	m/s²
100Hz	1.16E-2	m/s²

Taller de Mecánica TMF – Justo Castillo

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.31E-2	m/s²
1Hz	8.65E-2	m/s²
1.25Hz	0.115	m/s²
1.6Hz	0.140	m/s²
2Hz	0.166	m/s²
2.5Hz	0.186	m/s²
3.15Hz	0.195	m/s²
4Hz	0.198	m/s²
5Hz	0.187	m/s²
6.3Hz	0.167	m/s²
8Hz	0.181	m/s²
10Hz	0.209	m/s²
12.5Hz	0.192	m/s²
16Hz	0.212	m/s²
20Hz	0.236	m/s²
25Hz	0.193	m/s²
31.5Hz	0.229	m/s²
40Hz	0.197	m/s²
50Hz	0.155	m/s²
63Hz	0.165	m/s²
80Hz	0.172	m/s²
100Hz	9.59E-2	m/s²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	5.18E-2	m/s²
1Hz	4.75E-2	m/s²
1.25Hz	7.46E-2	m/s²
1.6Hz	8.83E-2	m/s²
2Hz	7.52E-2	m/s²
2.5Hz	7.39E-2	m/s²
3.15Hz	6.80E-2	m/s²
4Hz	8.41E-2	m/s²
5Hz	0.107	m/s²
6.3Hz	0.129	m/s²
8Hz	6.15E-2	m/s²
10Hz	8.63E-2	m/s²
12.5Hz	9.73E-2	m/s²
16Hz	0.123	m/s²
20Hz	0.132	m/s²
25Hz	0.188	m/s²
31.5Hz	0.245	m/s²
40Hz	0.224	m/s²
50Hz	0.185	m/s²
63Hz	0.186	m/s²
80Hz	9.41E-2	m/s²
100Hz	5.06E-2	m/s²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.18E-3	m/s²
1Hz	8.29E-3	m/s²
1.25Hz	9.81E-3	m/s²
1.6Hz	1.39E-2	m/s²
2Hz	2.01E-2	m/s²
2.5Hz	2.63E-2	m/s²
3.15Hz	3.60E-2	m/s²
4Hz	3.58E-2	m/s²
5Hz	3.00E-2	m/s²
6.3Hz	2.09E-2	m/s²
8Hz	2.47E-2	m/s²
10Hz	2.07E-2	m/s²
12.5Hz	1.74E-2	m/s²
16Hz	3.90E-2	m/s²
20Hz	8.53E-2	m/s²
25Hz	4.47E-2	m/s²
31.5Hz	3.13E-2	m/s²
40Hz	3.22E-2	m/s²
50Hz	3.86E-2	m/s²
63Hz	1.99E-2	m/s²
80Hz	1.39E-2	m/s²
100Hz	1.97E-2	m/s²

Anexo 2.7.2. Certificado de calibración del equipo

**CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO.**



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 30/07/2018
Processo: 18546

Nome: Corporación de Desarrollo Ambiental S.A. (CODESA)
Endereço: Via Ricardo J. Alfaro, Oficina M-23 - Plaza Aventura - Panamá - RP

Equipamento: Medidor de Vibração
Marca: Casella Cel
Modelo: CEL-960

Número de Série: 20152
Identificação: ECQ 0060

Acelerômetro (ACL-1): 01dB
AP2042

Acelerômetro (ACL-2): Casella Cel
CEL-960ACC2

2021
20101

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:
Acelerômetro	P172	DIMCI 1206/2016	INMETRO
Sistema de Aquisição	P182	RBC 16/0880	RBC
Amplificador	P256		Sistema de Aquisição P182
Shaker	P203		Gerador (teste dinâmico) P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro P161
Conversor Carga/CCP	P183		Higrômetro P161

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento. As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação. Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o transdutor colado com cianocrilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 24,3 °C, Umidade Relativa: 61 %. Temperatura média do transdutor 24,0 °C.

Observações gerais:

- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.
- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.
- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emite. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.
- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.
- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Executante: _____

Página: 1/6

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

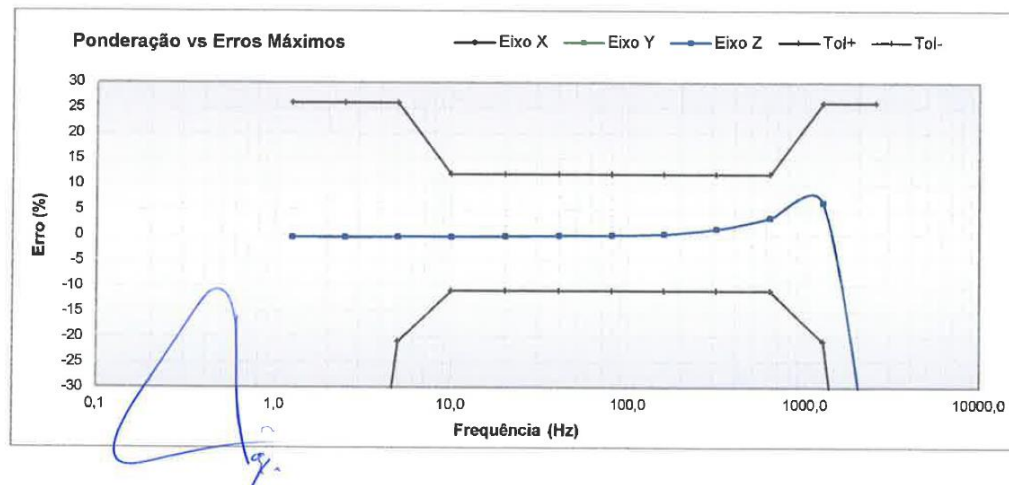
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 870 mV)

	Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
Ponderação em Frequência Wh	0,8	---	---	---	---	---	---	---
	1	---	---	---	---	---	---	---
	1,25	-0,4	-0,4	-0,4	0,040	26	-100	0,4
	1,6	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---
	2,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,158	26	-100	0,4
	3,15	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---
	5	-0,3	-0,3	-0,3	0,545	26	-21	0,4
	6,3	---	---	---	---	---	---	---
	8	---	---	---	---	---	---	---
	10	-0,3	-0,3	-0,3	0,951	12	-11	0,4
	12,5	---	---	---	---	---	---	---
	16	---	---	---	---	---	---	---
	20	-0,2	-0,2	-0,2	0,782	12	-11	0,2
	25	---	---	---	---	---	---	---
	31,5	---	---	---	---	---	---	---
	40	-0,1	-0,1	-0,1	0,411	12	-11	0,2
	50	---	---	---	---	---	---	---
	63	---	---	---	---	---	---	---
	80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,2
	100	---	---	---	---	---	---	---
	125	---	---	---	---	---	---	---
	160	0,3	0,3	0,3	0,101	12	-11	0,2
	200	---	---	---	---	---	---	---
	250	---	---	---	---	---	---	---
	315	1,2	1,2	1,2	0,050	12	-11	0,2
	400	---	---	---	---	---	---	---
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	3,4	3,4	3,4	0,024	12	-11	0,2
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	6,4	6,4	6,4	0,009	26	-21	0,6
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	-52,4	-51,9	-52,4	0,002	26	-100	0,6
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---



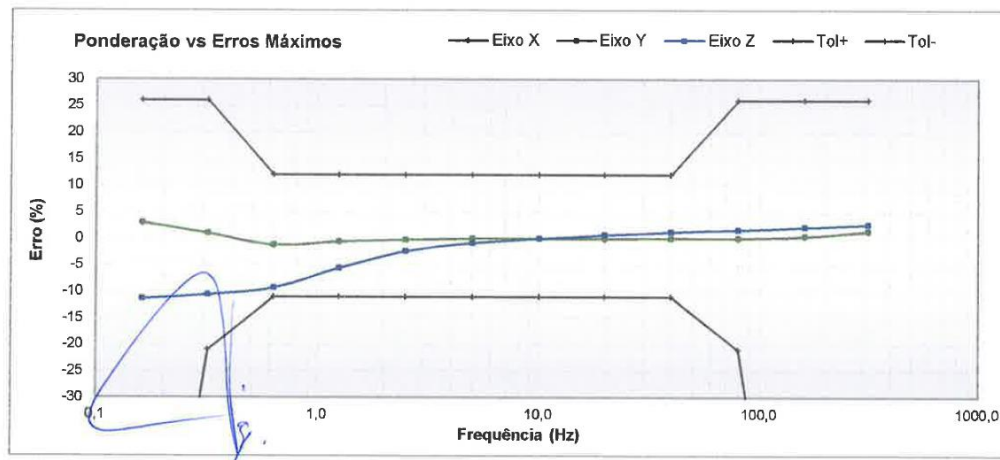
Página: 2/6

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 2000 mV)

	Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
Ponderação em Frequência Wd / Wk	0,1	...	...	...	...	...	...	...	...
	0,125	...	...	...	...	...	...	...	...
	0,16	3,0	3,0	-11,3	0,155	0,078	26	-100	0,8
	0,2	...	...	...	...	...	...	...	...
	0,25	...	...	...	...	...	...	...	...
	0,315	1,0	1,0	-10,6	0,533	0,264	26	-21	0,8
	0,4	...	...	...	...	...	...	...	...
	0,5	...	...	...	...	...	...	...	...
	0,63	-1,2	-1,2	-9,3	0,944	0,459	12	-11	0,8
	0,8	...	...	...	...	...	...	...	...
	1	...	...	...	...	...	...	...	...
	1,25	-0,6	-0,5	-5,5	1,007	0,485	12	-11	0,8
	1,6	...	...	...	...	...	...	...	...
	2	...	...	...	...	...	...	...	...
	2,5	-0,2	-0,2	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
	3,15	...	...	...	...	...	...	...	...
	4	...	...	...	...	...	...	...	...
	5	0,0	0,0	-0,8	0,408	1,039	12	-11	0,8
	6,3	...	...	...	...	...	...	...	...
	8	...	...	...	...	...	...	...	...
	10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
	12,5	...	...	...	...	...	...	...	...
	16	...	...	...	...	...	...	...	...
	20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,637	12	-11	0,4
	25	...	...	...	...	...	...	...	...
	31,5	...	...	...	...	...	...	...	...
	40	0,1	0,0	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
	50	...	...	...	...	...	...	...	...
	63	...	...	...	...	...	...	...	...
	80	0,0	0,1	1,7	0,021	0,134	26	-21	0,6
	100	...	...	...	...	...	...	...	...
	125	...	...	...	...	...	...	...	...
	160	0,4	0,5	2,2	0,005	0,029	26	-100	0,6
	200	...	...	...	...	...	...	...	...
	250	...	...	...	...	...	...	...	...
	315	1,4	1,4	2,6	0,001	0,004	26	-100	0,6
	400	...	...	...	...	...	...	...	...



Executante: _____

Página: 3/6

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

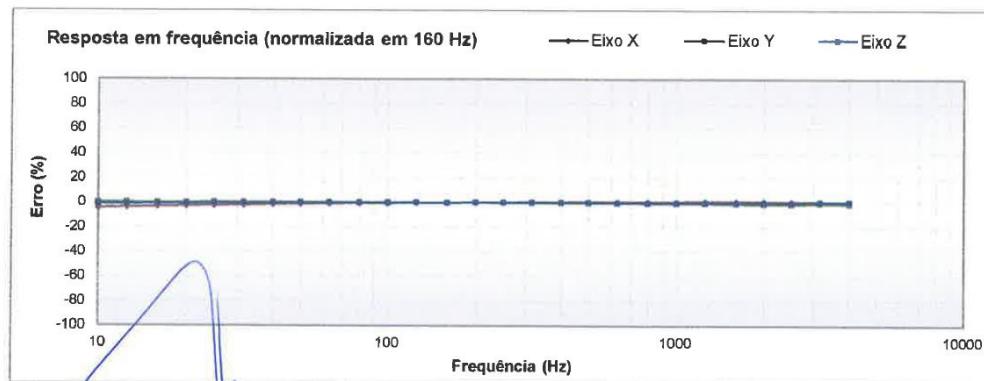
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-1	10	0,9807	-4,3	1,011	0,2	0,9871	-1,1	1,9
	12,5	0,9867	-3,7	1,010	0,1	0,9881	-1,0	1,7
	16	0,9918	-3,2	1,008	0,0	0,9893	-0,8	1,5
	20	0,9966	-2,7	1,009	0,0	0,9909	-0,7	1,5
	25	1,001	-2,3	1,010	0,1	0,9927	-0,5	1,5
	31,5	1,005	-1,9	1,010	0,2	0,9941	-0,4	1,2
	40	1,010	-1,4	1,010	0,2	0,9952	-0,3	1,2
	50	1,014	-1,0	1,010	0,2	0,9962	-0,1	0,8
	63	1,018	-0,7	1,011	0,2	0,9970	-0,1	0,8
	80	1,020	-0,4	1,010	0,2	0,9974	0,0	0,8
	100	1,022	-0,3	1,009	0,1	0,9980	0,0	0,8
	125	1,024	-0,1	1,009	0,1	0,9984	0,1	0,8
	160	1,025	0,0	1,008	0,0	0,9977	0,0	0,8
	200	1,027	0,2	1,010	0,1	0,9993	0,2	0,8
	250	1,029	0,4	1,009	0,1	0,9988	0,1	0,8
	315	1,030	0,6	1,009	0,0	0,9990	0,1	0,8
	400	1,032	0,7	1,008	0,0	0,9992	0,1	0,8
	500	1,033	0,9	1,008	-0,1	0,9987	0,1	0,8
	630	1,035	1,0	1,007	-0,2	0,9983	0,1	0,8
	800	1,035	1,0	1,006	-0,3	0,9981	0,0	0,8
	1000	1,035	1,0	1,004	-0,4	0,9976	0,0	0,8
	1250	1,036	1,1	1,003	-0,5	0,9975	0,0	1,2
	1600	1,036	1,1	1,000	-0,8	0,9972	0,0	1,2
	2000	1,036	1,1	0,9972	-1,1	0,9978	0,0	1,2
	2500	1,034	0,9	0,9976	-1,1	0,9978	0,0	1,5
	3150	1,032	0,7	1,003	-0,6	1,003	0,5	2,0
	4000	1,027	0,2	0,9971	-1,1	1,003	0,5	2,5
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	1,020	1,010	0,9974
	160	1,025	1,008	0,9977
mV/gn	80	10,00	9,905	9,781
	160	10,05	9,885	9,784



Executante: _____

Página: 4/6

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

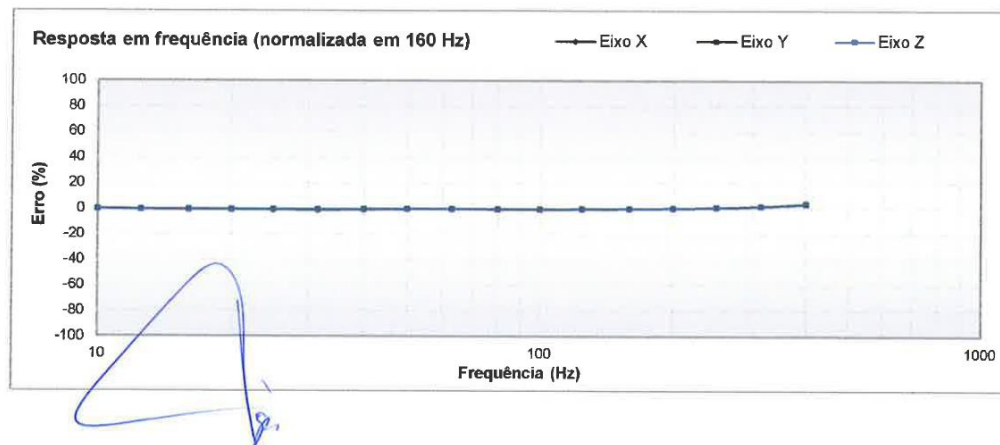
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-2	10	11,85	-0,3	11,88	-0,1	11,87	-0,2	1,9
	12,5	11,82	-0,5	11,84	-0,4	11,85	-0,4	1,7
	16	11,78	-0,8	11,80	-0,7	11,82	-0,7	1,5
	20	11,78	-0,9	11,80	-0,7	11,82	-0,6	1,5
	25	11,78	-0,9	11,80	-0,8	11,83	-0,5	1,5
	31,5	11,75	-1,1	11,79	-0,8	11,84	-0,5	1,2
	40	11,80	-0,7	11,85	-0,3	11,84	-0,5	1,2
	50	11,85	-0,2	11,87	-0,1	11,85	-0,4	0,8
	63	11,84	-0,4	11,85	-0,3	11,88	-0,1	0,8
	80	11,85	-0,3	11,87	-0,1	11,84	-0,4	0,8
	100	11,86	-0,2	11,88	-0,1	11,82	-0,6	0,8
	125	11,87	-0,1	11,88	0,0	11,88	-0,1	0,8
	160	11,88	0,0	11,89	0,0	11,89	0,0	0,8
	200	11,93	0,5	11,94	0,4	11,95	0,4	0,8
	250	12,02	1,1	12,00	1,0	12,02	1,0	0,8
	315	12,16	2,3	12,13	2,1	12,13	2,0	0,8
	400	12,35	4,0	12,39	4,2	12,32	3,6	0,8
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	---	---	---	---	---	---	---
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	---	---	---	---	---	---	---
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	---	---	---	---	---	---	---
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	11,85	11,87	11,84
	160	11,88	11,89	11,89
mV/g _n	80	116,2	116,4	116,1
	160	116,5	116,5	116,6



Executante: _____

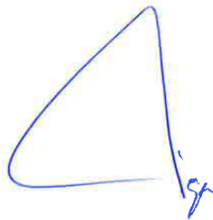
Página: 5/6

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo Z)

Aceração de Referência (m/s²)	Aceração Medida (m/s²)	Fundo de Escala	Erro (m/s²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,51	3000	0,01	2,0	± 0,5	4,4
1,00	1,00	3000	0,00	0,0	± 0,5	2,3
2,00	1,99	3000	-0,01	-0,5	± 0,5	1,3
3,00	2,98	3000	-0,02	-0,7	± 0,5	1,1
4,00	3,98	3000	-0,02	-0,5	± 0,5	0,9
5,00	4,97	3000	-0,03	-0,6	± 0,5	0,9
10,00	9,95	3000	-0,05	-0,5	± 0,5	0,8
15,00	14,95	3000	-0,05	-0,3	± 0,5	0,8
20,00	19,95	3000	-0,05	-0,3	± 0,5	0,8
25,00	24,95	3000	-0,05	-0,2	± 0,5	0,8
30,00	29,95	3000	-0,05	-0,2	± 0,5	0,8
35,00	34,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
40,00	39,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
45,00	44,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
50,00	49,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
55,00	54,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
60,00	59,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
65,00	64,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
70,00	69,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
75,00	74,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
80,00	79,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
85,00	84,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
90,00	89,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
95,00	94,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8
100,00	99,95	3000	-0,05	-0,1	± 0,5	0,8



Enrique Bondarenco
Signatário Autorizado

Data da emissão: 31/07/2018

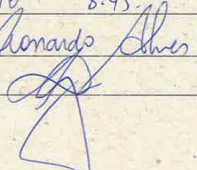
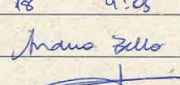
Página:6/6

Ciente: CODESA Processo: 18546	 CHECK LIST	Inspeção de entrada:	
		Data: / /	Hora:
		Nome:	
		Visto:	

Registro de Controle e Inspeção de Entrada/Saída de Equipamento(s):

C1	C2	QTE.	RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS	CERTIFICADOS		IDENTIFICAÇÃO
				SIM	NÃO	
()	()	01	MEDIDOR DE VIBRAÇÕES MARCA CEL, MODELO 960, S/N 20152	()	()	
()	()	01	BASE DE CARGA;	()	()	
()	()	01	PONTE DE ALIMENTAÇÃO;	()	()	
()	()	01	CABO USB;	()	()	
()	()	02	ADAPTADORES PRETOS;	()	()	
()	()	01	CABO P1/P2;	()	()	
()	()	01	ASSENTO DE VIBRAÇÕES MARCA CEL, MODELO 960ACC2, S/N 20101	()	()	
()	()	01	ACELERÔMETRO MARCA 01DB, MODELO AP2042, S/N 2021;	()	()	
()	()	01	CABO LEMO	()	()	

Inspeção de Saída

Executou a Inspeção: (C1)		Conferiu a Inspeção: (C2)	
Data: 01/08/18	Hora: 8:45	Data: 01/08/18	Hora: 9:05
Nome: Leonardo Alves		Nome: Mano Zeller	
Visto: 		Visto: 	

Anexo 2.7.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505

Referencia:

Año: 1999

Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Título: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163

Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12

Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513

Posición: 3627

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION N° 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI - COPANIT 45 - 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en m / s^2 Tiempo de exposición diaria							
	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.280	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.050	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES "X" y "Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m/s^2 Tiempo de exposición diaria							
	(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min < 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.7.4. Cadenas de Custodia